

Eisenbahnbrücke über den Rhein Koblenz – Waldshut:

Massnahmen zu ihrem Erhalt

> aktueller Stand 2022 <

Jakob Riediker, Zürich 23.06.2022

Dieses Referat wurde mit wenig Text in Format 4:3 aufgesetzt.
Mit Fortschritt der Arbeiten wurde es laufend ergänzt.

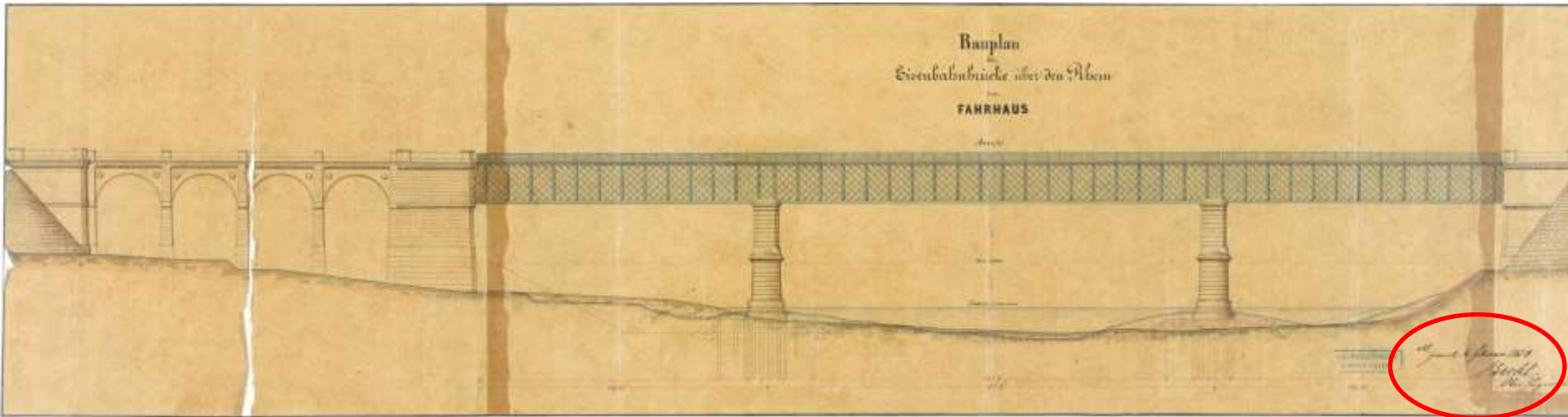
Bei der Konvertierung für den Anlass Fachtagung Eisenbahndenkmalpflege 2022 wurde das ursprüngliche Format 4:3 links abgebildet und rechts im neuen Format 16:9 die Kommentare zu den Folien eingefügt.

Ri , Frühjahr 2022

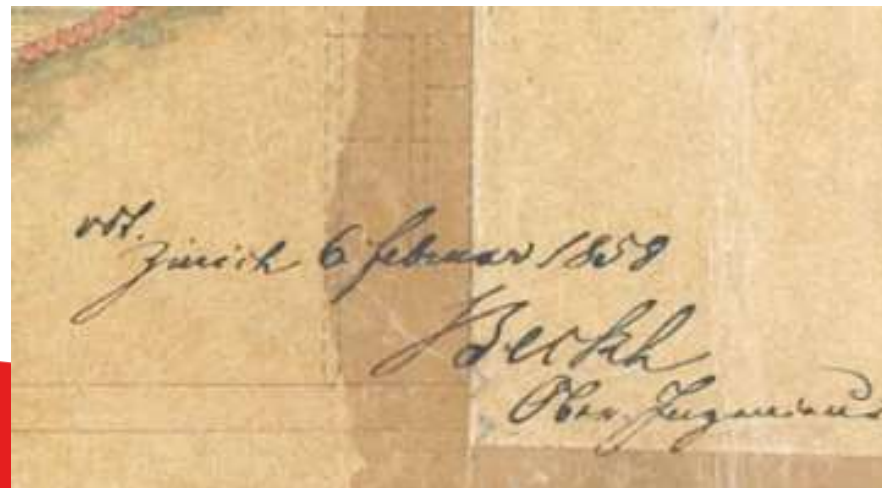
Rheinbrücke Koblenz – Waldshut:

- Instandsetzung Gusseisen-Geländer der Vorlandbrücke von 1859
- Verstärkungsmassnahmen an der Brücke aus Puddelstahl

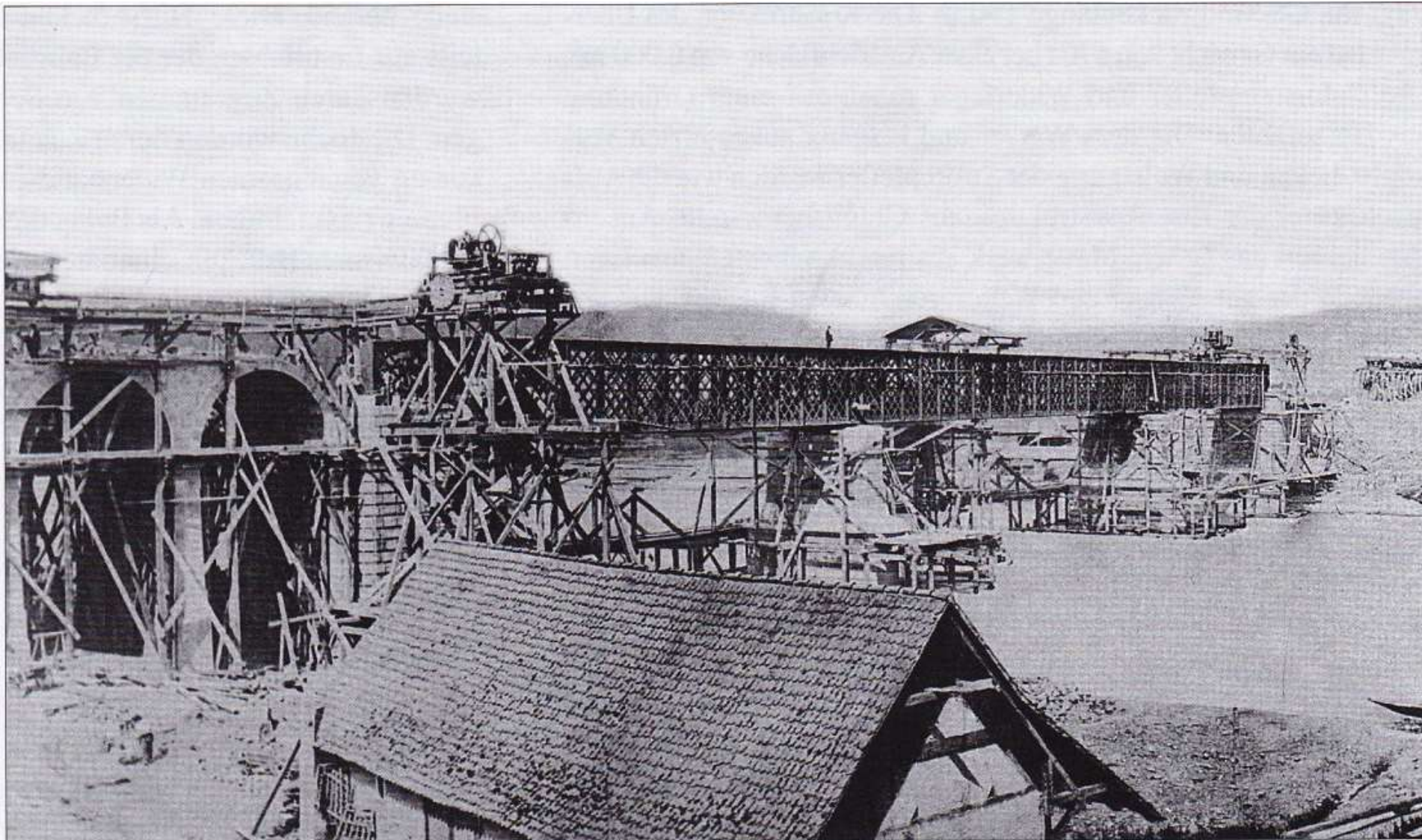




Plan aus dem Archiv
mit Datum der
Freigabe 6. Feb. 1858



Es gibt Pläne auf
welchen die
Vorlandbrücke
4 oder 6 Bögen
aufweist,
es wurde mit 6 Bögen
realisiert.



Originalbild von 1858

Kurz nach dem
Einschub ab
deutscher Seite

Das deutsche
Widerlager ist noch
nicht fertig.

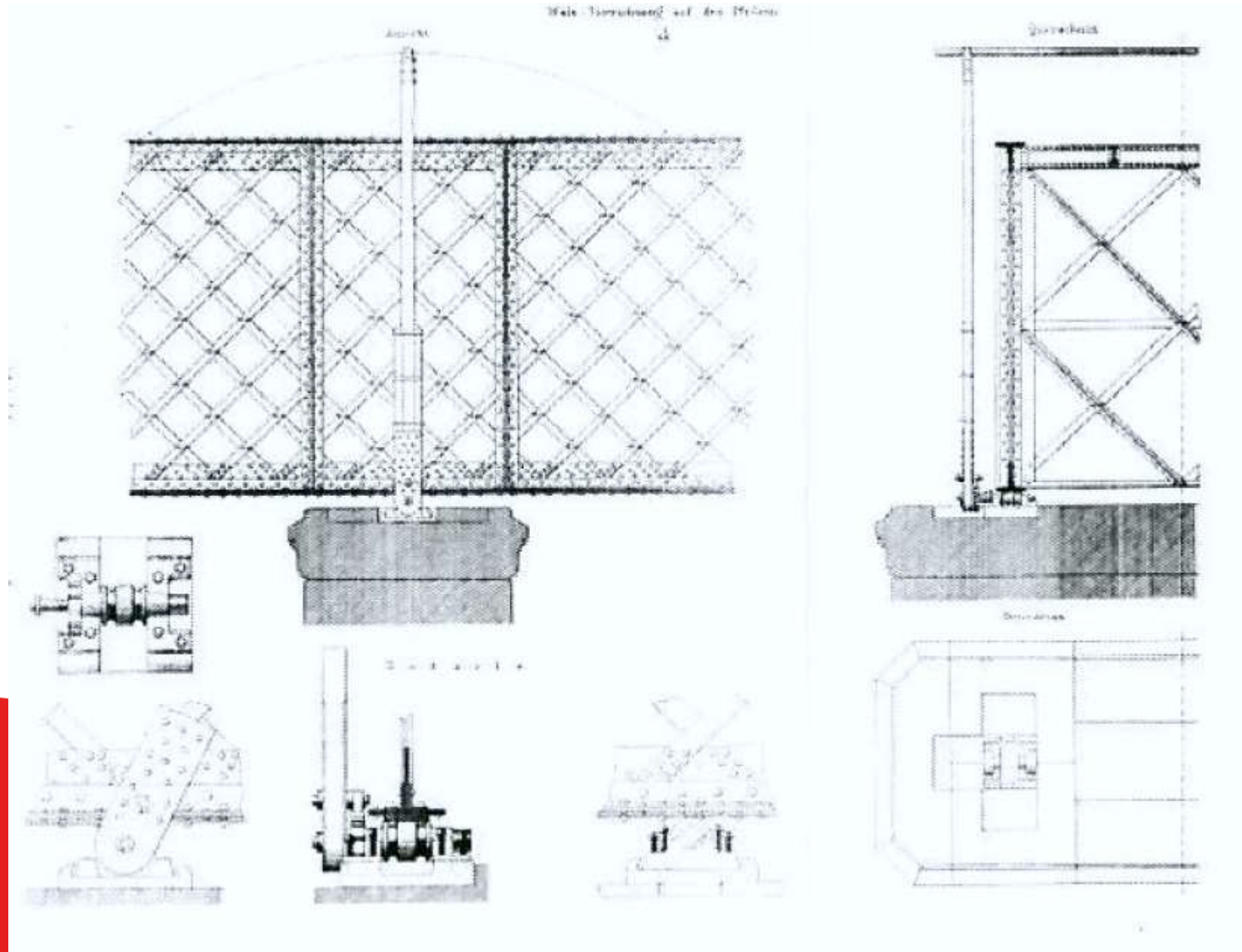
Am Vorland-Viadukt
in Koblenz stehen
bereits die Bögen.

Material und Konstruktionsweise

Die Brücke besteht aus Puddelstahl, einem Vorläufer der heutigen Stähle, das Material wird zum Teil auch als Schweisseisen bezeichnet, wobei sich der Begriff «Schweissen» auf die alte Bedeutung «Schmieden» bezieht. Das Material ist grundsätzlich nicht oder nur sehr schwer schweisbar im heutigen Sinn.

Der Gitterträger ist eine Weiterentwicklung des Town'schen Gitterträgers bei welchem aus Holz-Brettern einfache Brücken gebaut werden.

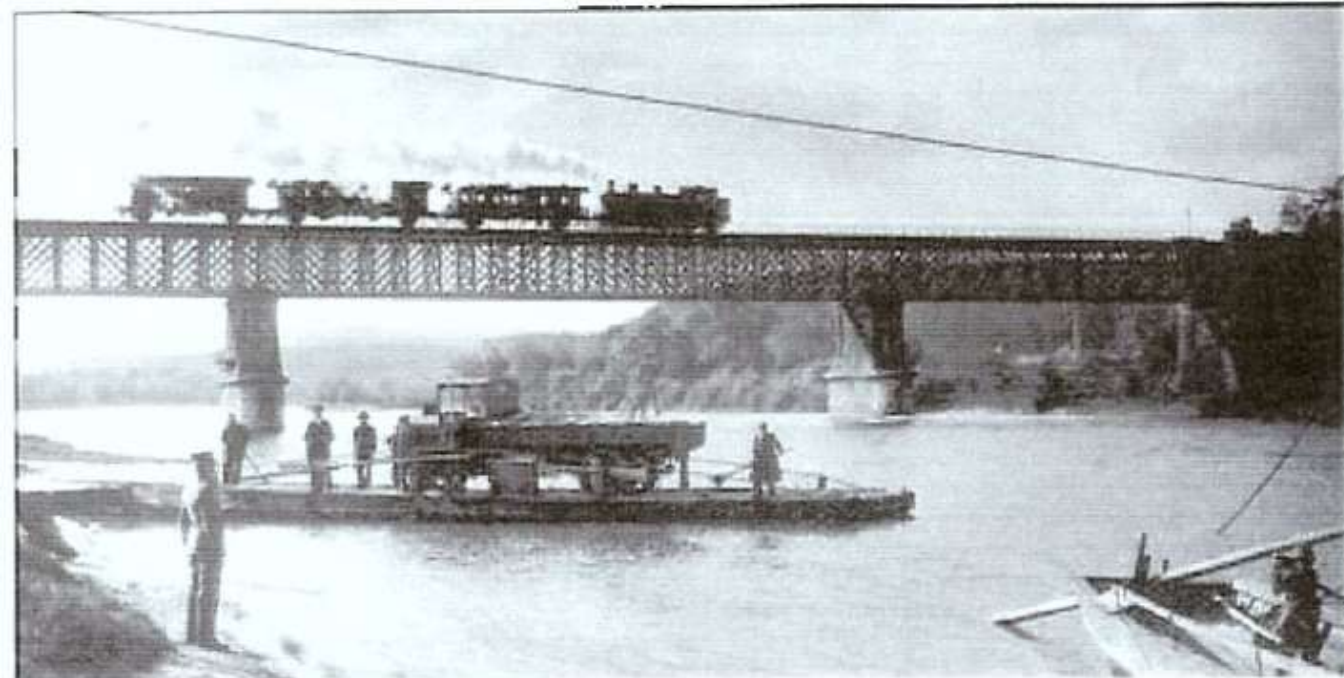
Die Brücke ist die letzte grosse Eisenbahnbrücke dieser Art in Kontinental-Europa.



«Ratsche»
für den Vorschub
mit Manpower

Im Vordergrund
sichtbar die
Fährverbindung für
den Strassenverkehr

1. Bild von 1925
Die Brücke gilt als älteste
erhaltene Rheinquerung
der Eisenbahn



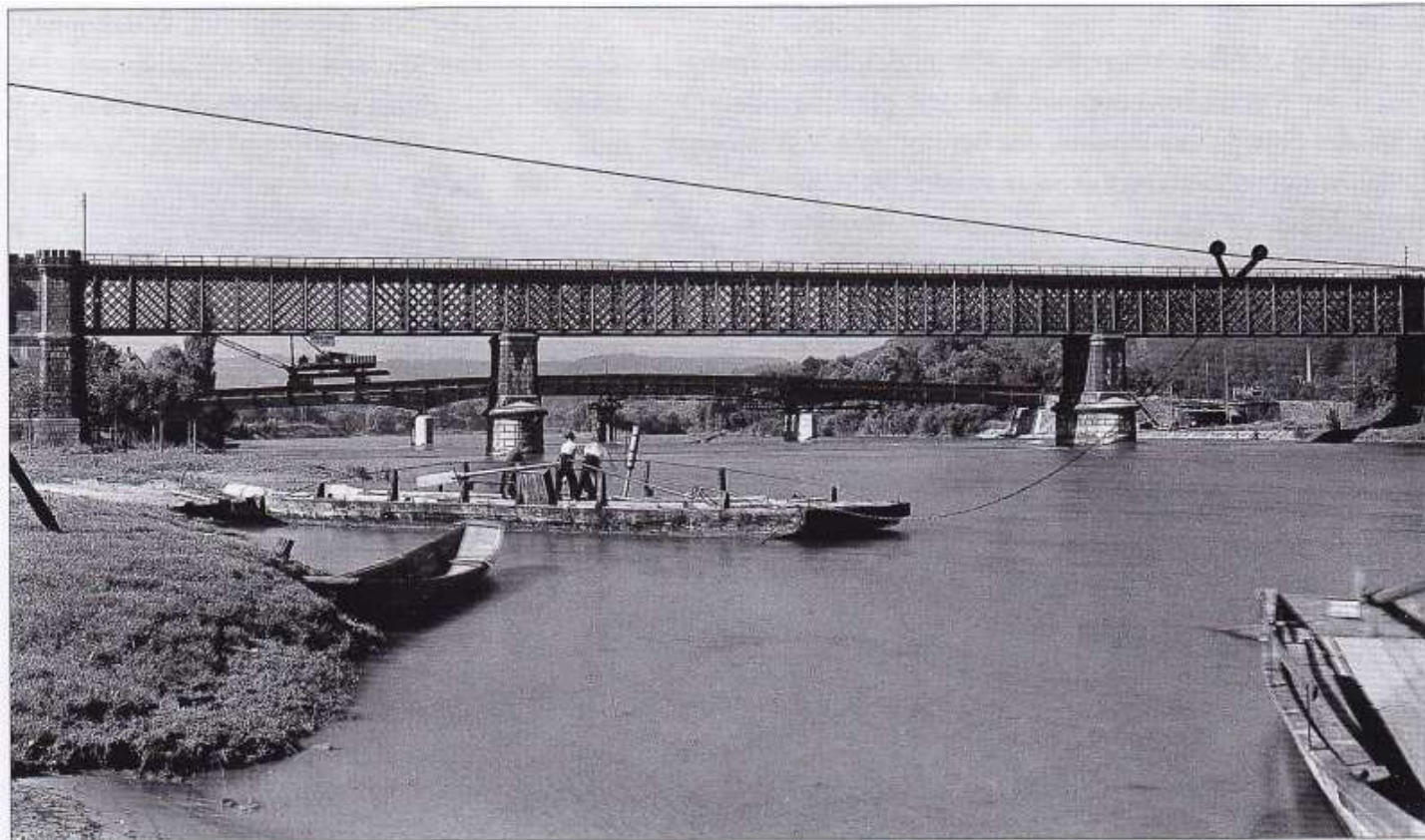
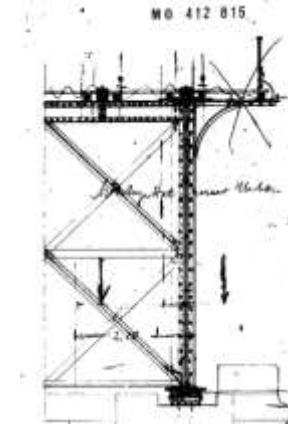
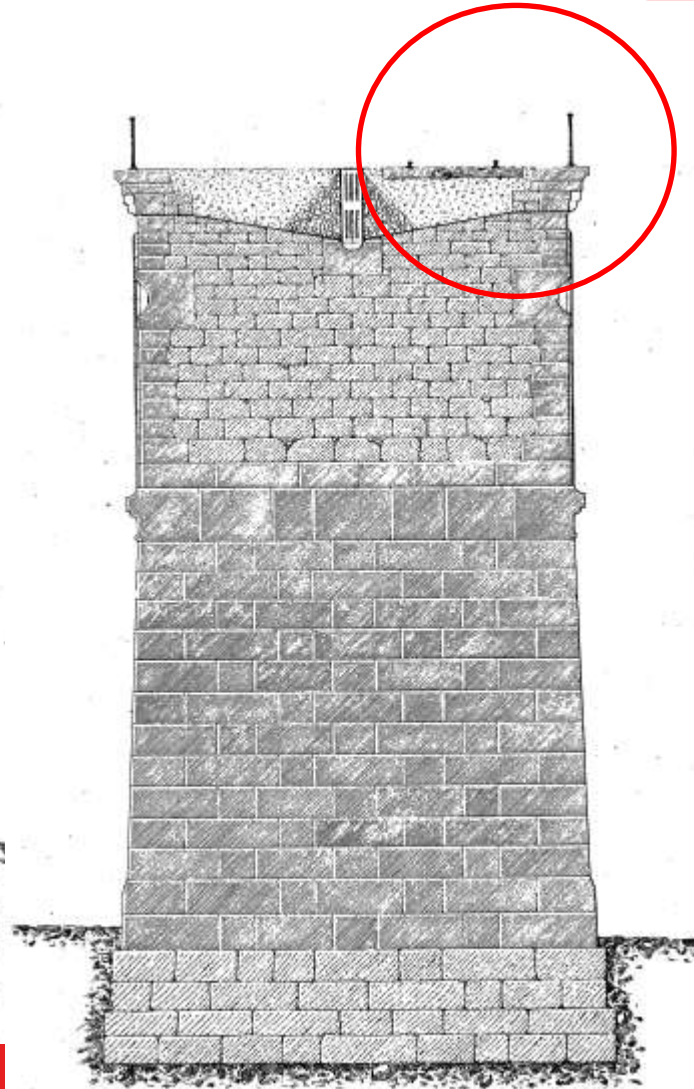
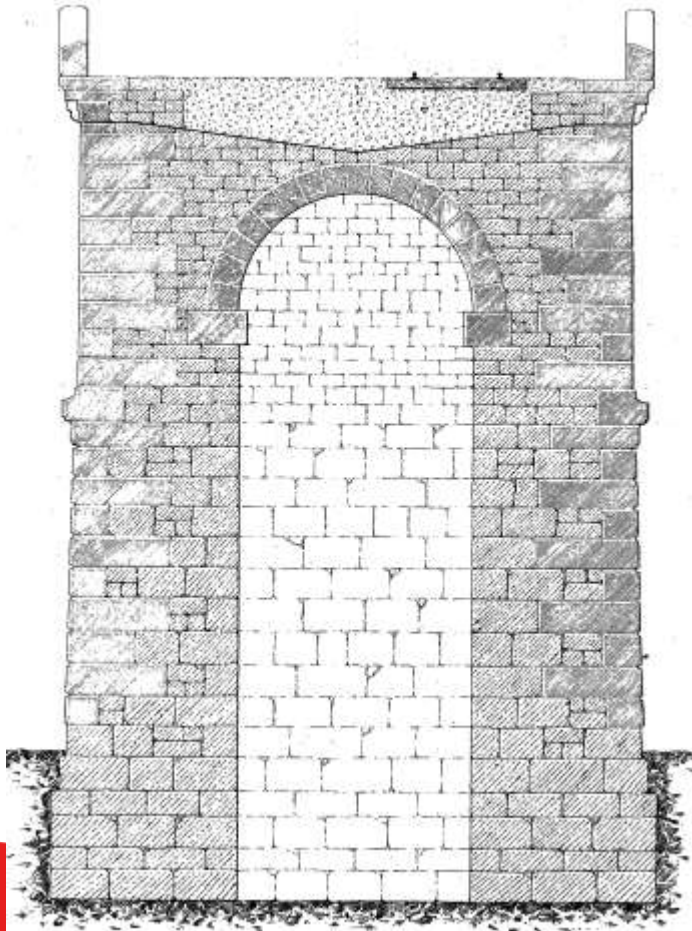


Bild von 1932:
die Strassenbrücke wird
gebaut

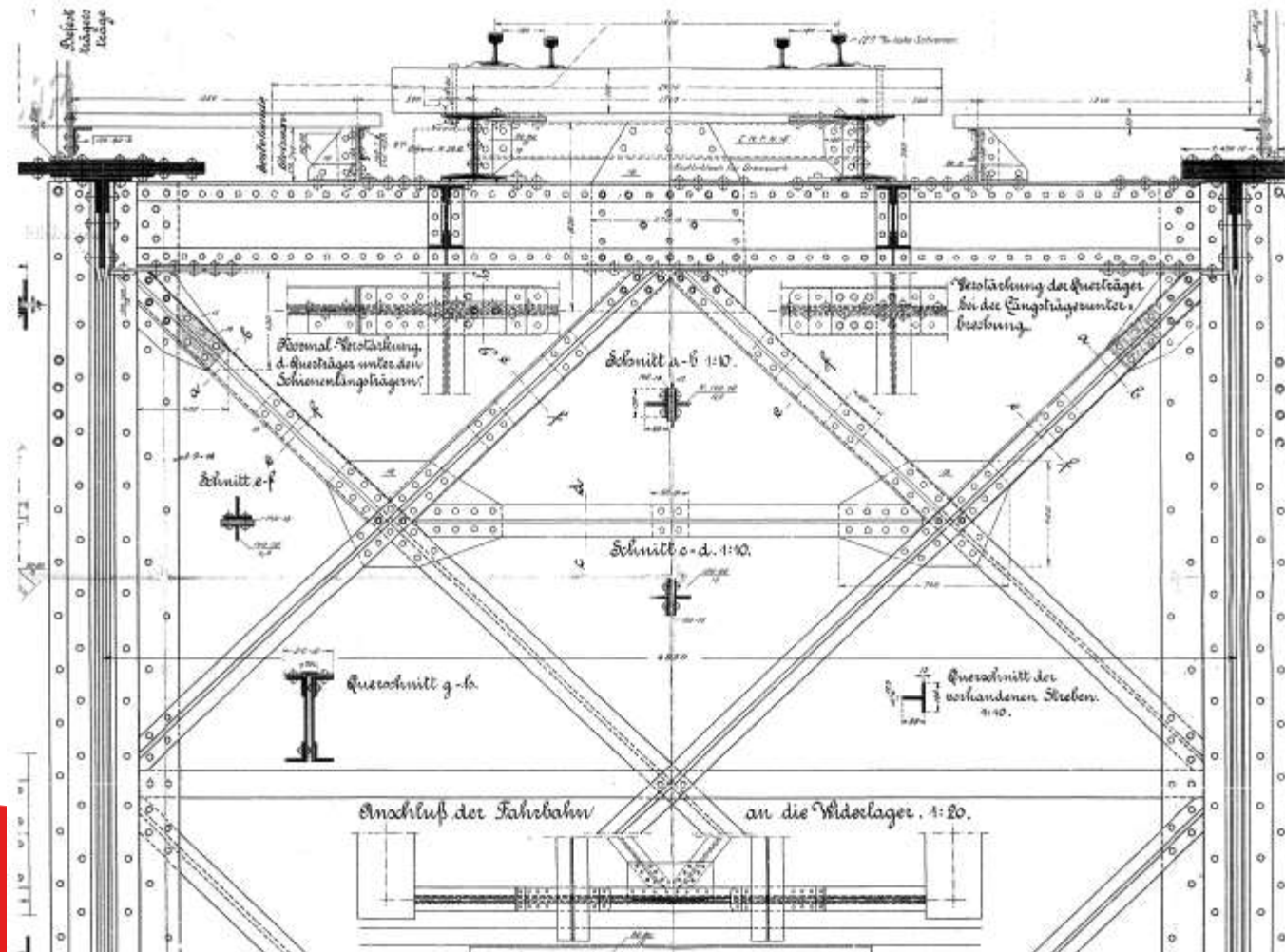
Schnitt nach c-d.



Die Gesamtanlage wurde ursprünglich für 2 Gleise gebaut und 1912 auf ein Gleis umgebaut, welches heute mittig liegt.

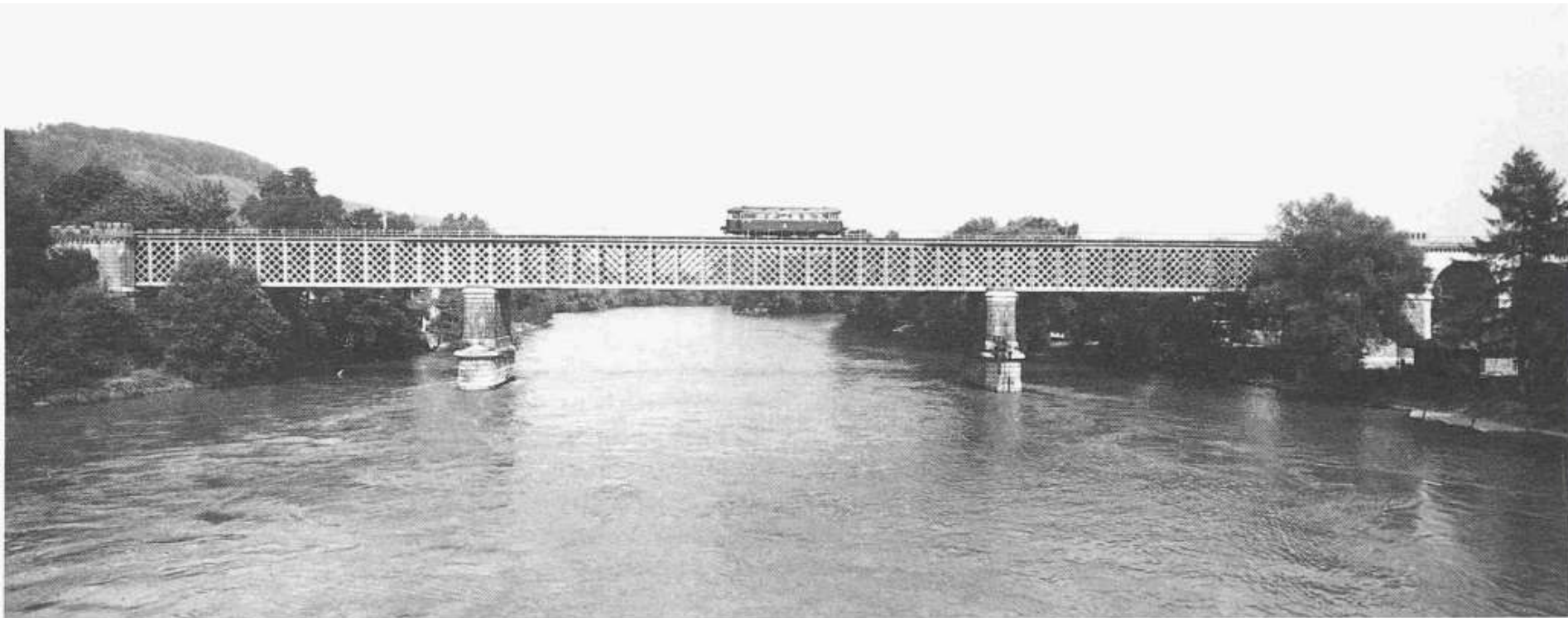
Dabei wurde der alte Dienststeg über dem Fluss zurückgebaut und das Gelände durch ein schlichtes Dienstgeländer ersetzt.

1858 - 1912



Umbau von 1912

Mittig wurde ein Paar sekundärer Längsträger aufgesetzt, auf welchen bis heute die Brückenhölzer aufliegen.



Gitterwerkbrücke über den Rhein zwischen Waldshut und Koblenz, erbaut 1859

Rheinbrücke Waldshut-Koblenz

Nach Fertigstellung der Bahnlinie auf dem deutschen Hochrheinufer erreichten 1856 die Züge, von Basel kommend, erstmals Waldshut. Anschliessend verlängerte die

Nordostbahn das Trasse über den Rhein nach Koblenz und weiter bis Turgi. Damit schuf sie die erste Schienenverbindung zwischen Basel und Zürich. Der Rhein, das grosse Hindernis, wurde mit einem 127 m langen, eisernen Viadukt überwunden. Er war damals die einzige Eisenbahnbrücke zwi-

schen Schaffhausen und Köln über diesen Fluss. Auf dem Kontinent ist die 130 Jahre alte, engmaschige Fachwerkkonstruktion wahrscheinlich die letzte noch vorhandene Bahnbrücke dieser Bauart. Sie hätte es verdient unter Denkmalschutz gestellt zu werden.



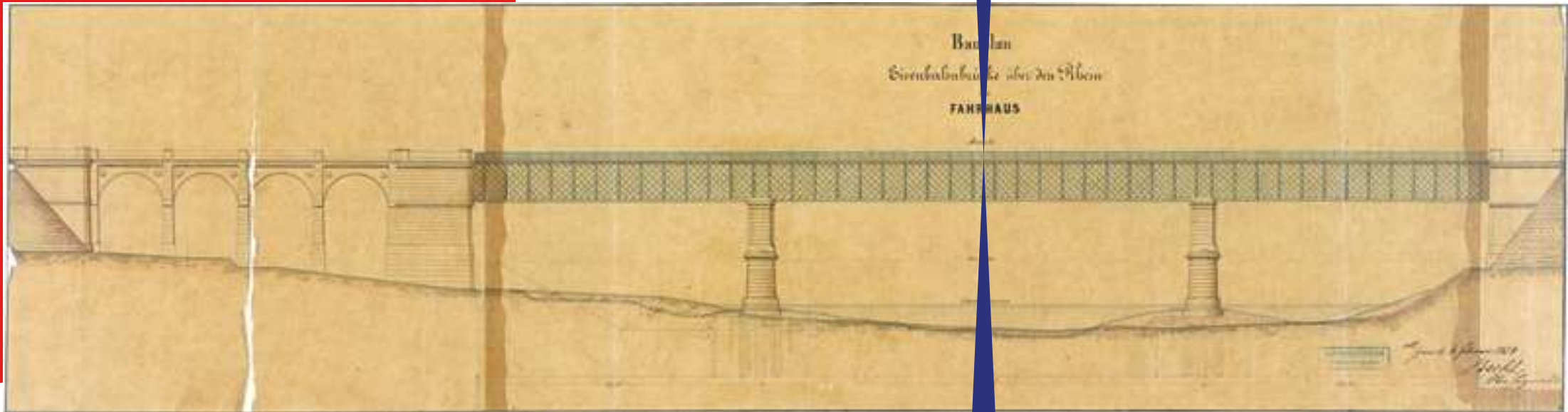
Die Brücke hat 2
Weltkriege überlebt.

Wahrscheinlich im
1. Weltkrieg wurden
nahe der
Brückenmitte diese
Befestigungen für
Sprengstoff
angebracht.

Eigentumsverhältnisse

Schweiz

Deutschland



Vorlandbrücke Koblentz



Massnahmen an der
Steinbogen Brücke
auf Schweizer Seite



Zustand 2012

Das originale
Geländer war in
einem sehr
schlechten Zustand

**Geländer von 1859 in 2012 vor der
Instandsetzung**



Gusseiserne Pfosten wiesen grossflächige Abplatzungen auf

Die Sicherheit des Dienstweges war nur noch bedingt gewährleistet.



Aufgrund des hohen Alters war der Zustand und der Aufbau sowie die Materialisierung schlecht bekannt, Weshalb 2013 ein Versuch 1:1 am Objekt gemacht wurde.

Das Hauptproblem war die Demontage des Geländers.



Die eingesteckten Ausfachungen waren total festgerostet. Dieser Rost hat die gusseisernen Pfosten stellenweise aufgesprengt.

Die Pfosten sind mit Blei in den steinernen Abdeckplatten eingegossen.



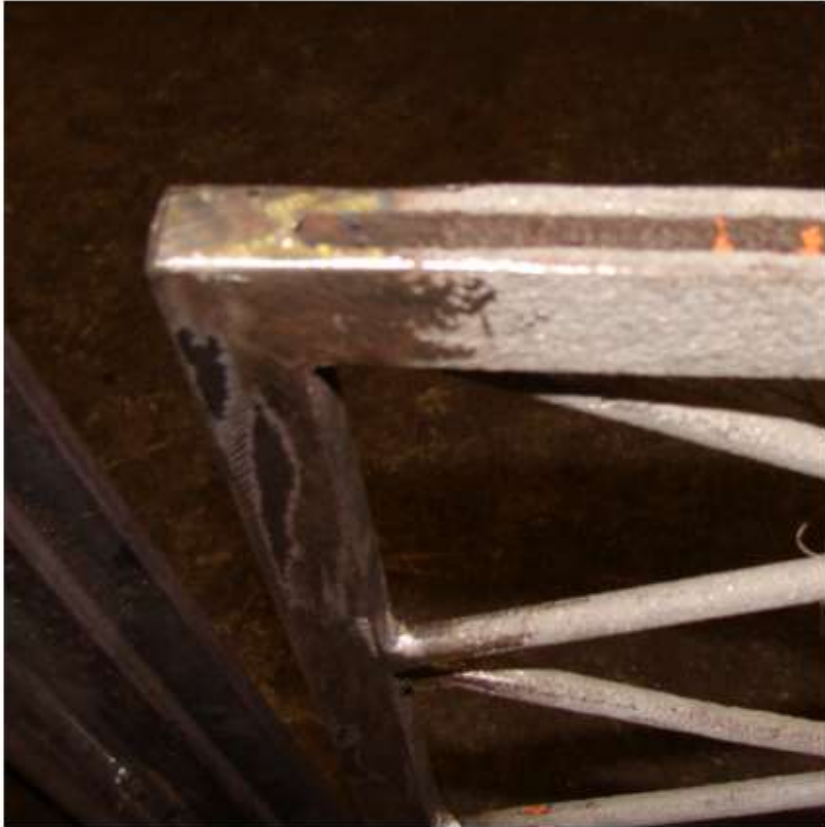
38

Füllung, Instandsetzung Variante a:
Die alten Flacheisen wurden grob
sandgestrahlt und wieder an die
Füllung angeschweisst.

Alle Füllungen wurden nachher ein
zweites Mal sandgestrahlt.

39

Füllung, Instandsetzung Variante b:
Anstelle der zwei alten wurden zwei
neue Flacheisen an die bestehende
Füllung angeschweisst.



40

Füllung, Instandsetzung Variante c:
Anstelle von zwei Flacheisen wurde
ein breites Flacheisen (15 mm breit)
angeschweisst.



Der
Versuchsabschnitt
wurde mit reduziertem
Farbaufbau zur
zeitlichen
Überbrückung wieder
montiert

**Geländer von 1859 nach Versuch
mit provisorischem Anstrich**



Die Brücke wurde 1858 mit der Wahl der verschiedenen Materialien auch farblich gestaltet.

Vorland-Brücke



Die normale
Belastung der Brücke
sind leichte
Personenzüge

Hier abgebildet
ein «Domino»
Triebwagen

z.Vgl: Triebwagen «Domino»



Bereits 2005 wurden an der Brücke Deformations-Messungen durchgeführt um Rückschlüsse auf das effektive Verhalten zu gewinnen.

Messungen 2005



Belastungslok Re 4/4“ auf der Rheinbrücke

Dazu wurde auch eine normalerweise nicht auf der Strecke verkehrende RE 4/4 II eingesetzt mit 4 x 21to Achslast

Brücke mit Re 4/4 II



Die Resultate zeigten schon damals, dass die Brücke wahrscheinlich erhalten werden kann.

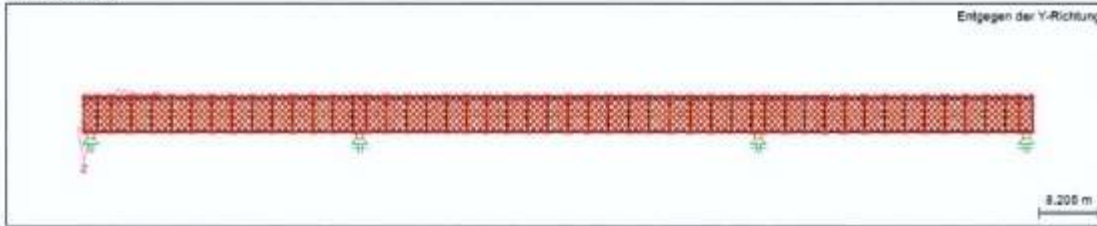


Nach der Revision und und Nachrüstung der Domino Triebwagen (Was auch den Einbau einer Klimaanlage beinhaltet) wurde 2012 festgestellt, dass diese mehrere Tonnen höhere Gesamtlast aufweisen, wodurch die Triebwagen nicht mehr in der Lastklasse B2 sondern neu C3 verkehren.

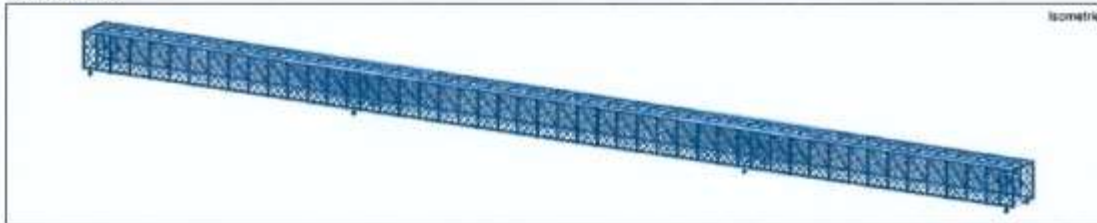
Um dennoch B2 einzuhalten musste vor der Überfahrt der Triebwagen für Passagiere geschlossen werden.

z.Vgl: Triebwagen «Domino»

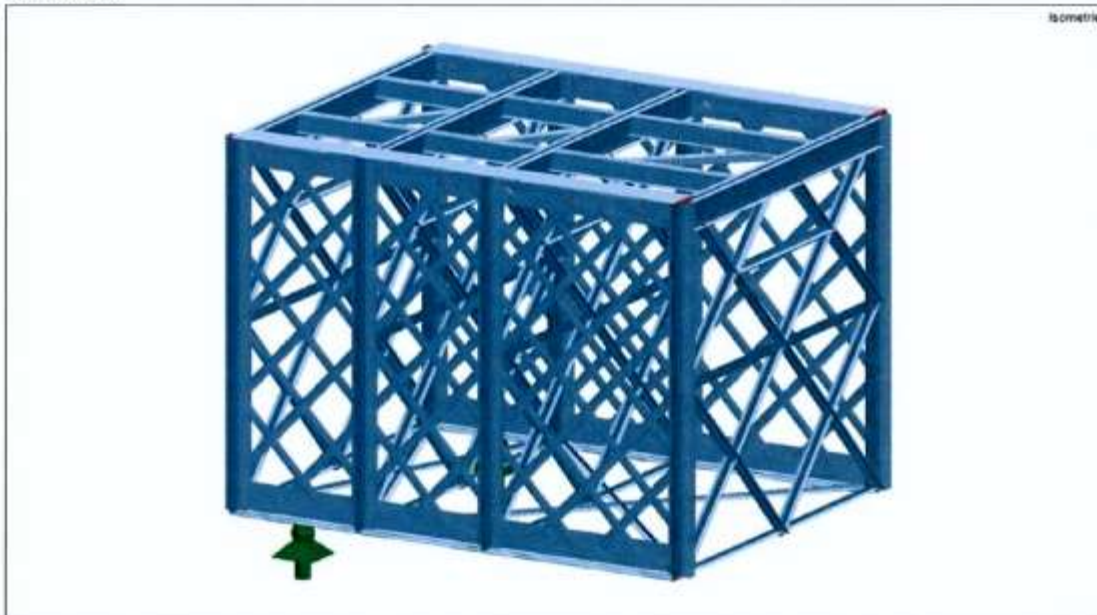
STRUKTUR



STRUKTUR

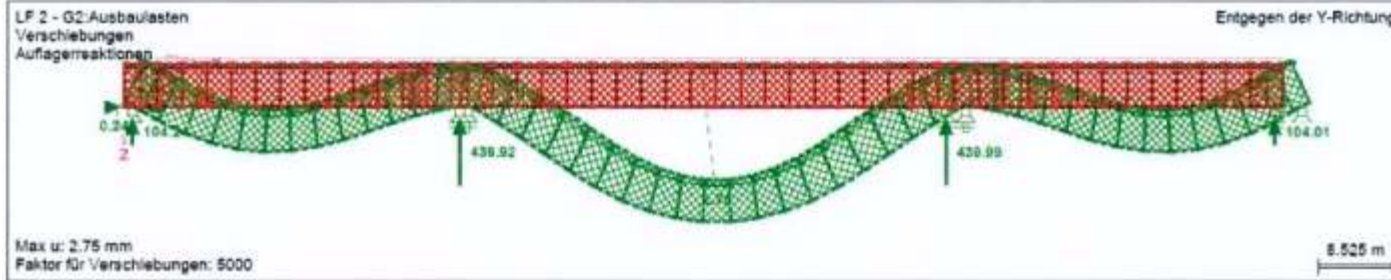


STRUKTUR

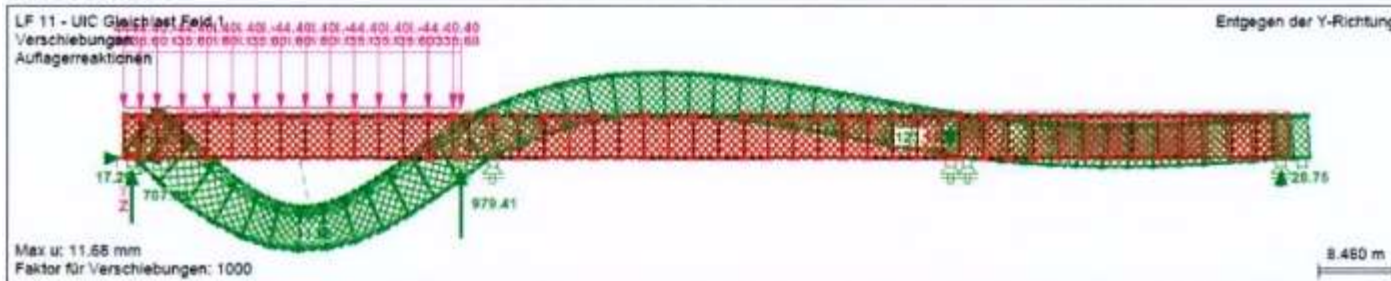


Für die Statische Überprüfung wurde die Brücke in ihrer ganzen Komplexität statisch modelliert.

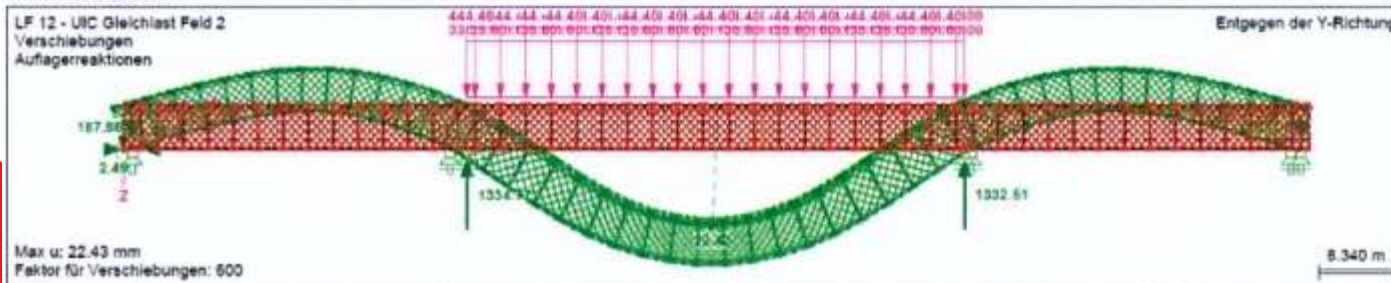
ERGEBNISSE



ERGEBNISSE



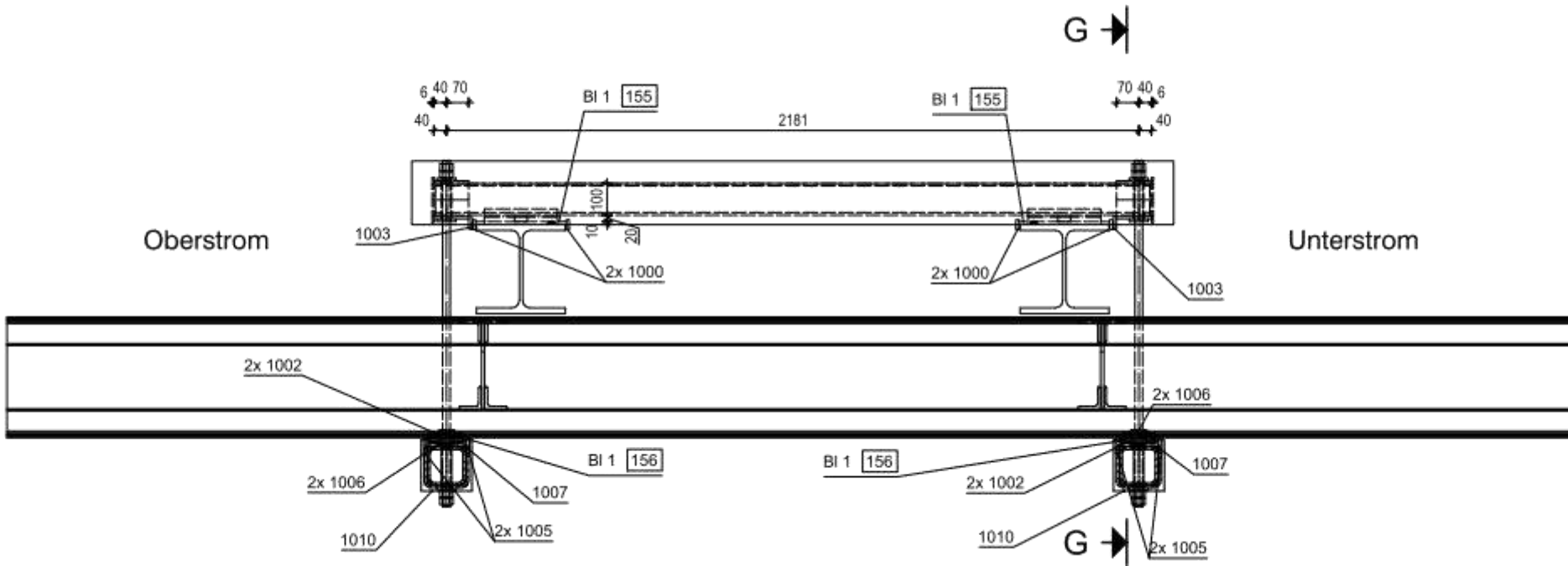
ERGEBNISSE



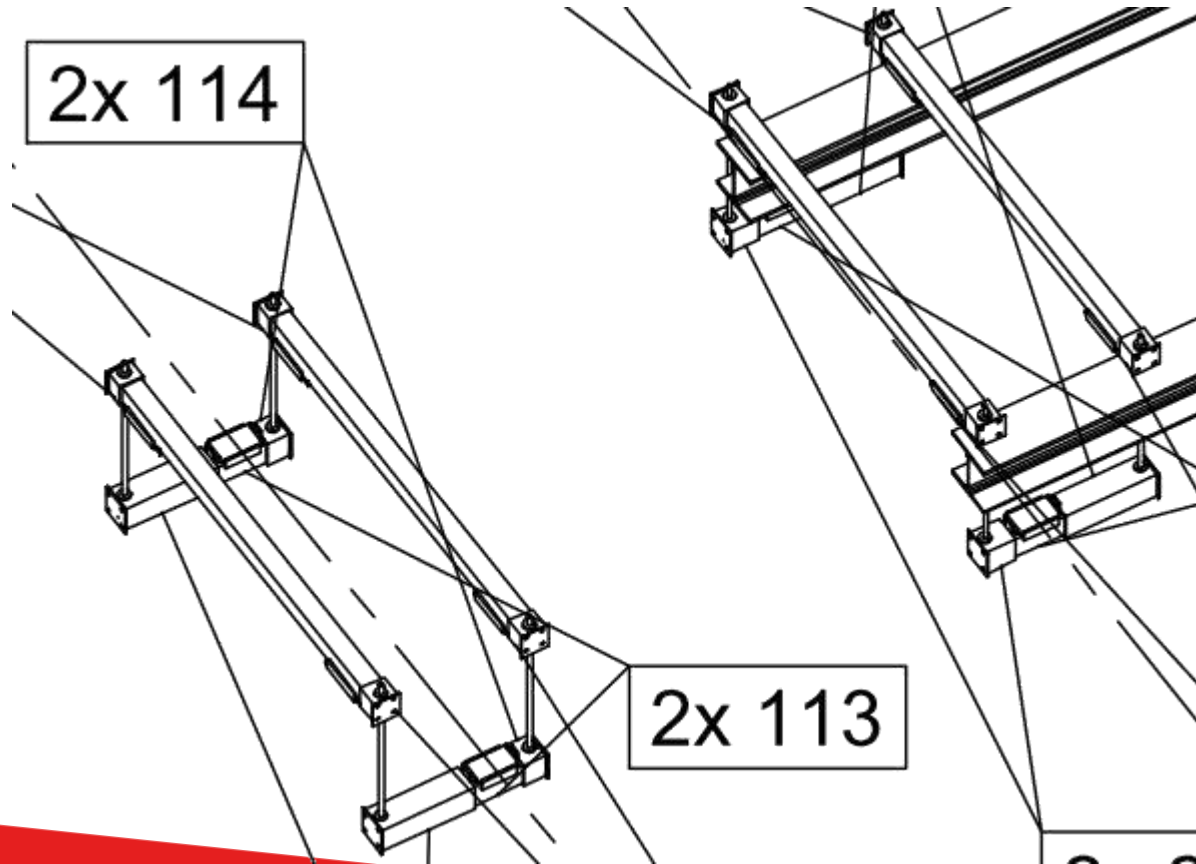
Dieses statische Modell wurde dann mit verschiedensten Lasten durchgerechnet.

Dabei wurde festgestellt, dass die Brücke die Lasten trägt, aber die obersten Längsträger, welche nicht recht verbunden sind, besser verspannt werden müssen.

Dafür wurde als Übergangslösung ein Klemmsystem entworfen, mit dem Ziel nicht in die Originalsubstanz einzugreifen.



**Brücke
Ertüchtigungsmassnahme ohne
Eingriff in die Substanz**



Hier in isometrischer
Darstellung
(links ohne
rechts mit
Längsträger)

**Brücke
Ertüchtigungsmassnahme ohne
Eingriff in die Substanz**



Für den Einbau
musste erneut ein
Gerüstboden
eingezogen werden.



Brücke mit Arbeitsboden



Mit dieser Folie wird der Korrosionsschutz geschützt.



Der Boden wurde in Höhenlage so eingebaut, dass eine erwachsene Person aufrecht stehen kann.

Brücke mit Arbeitsboden

Bild, mit freundlicher Genehmigung von Herrn Brühl, Inhaber der Stahlbau-Firma



An schwer zugänglichen Stellen ist die Deckbeschichtung in schlechtem Zustand.

Der Korrosionsschutz muss erneuert werden.



Brücke Obergurt, Windverband



Dies ist die lose
Auflagerung des
Fahrbahnträgers

Der Fahrbahnträger
von 1912 ist
ausgeschlagen.
Der Spalt bewirkt ein
zusätzlich stärkeres
Schlagen, was den
Prozess beschleunigt
und die Brücke
darunter schädigt.

Brücke lose Auflagerung



Um keine
Zusätzlichen
Spannungen
einzubringen wurde
das Spaltmass
gemessen, bevor
ausgefuttert wurde.



Vorbereiten der
Verspannung

**Brücke
Ertüchtigungsmassnahme ohne
Eingriff in die Substanz 2012**



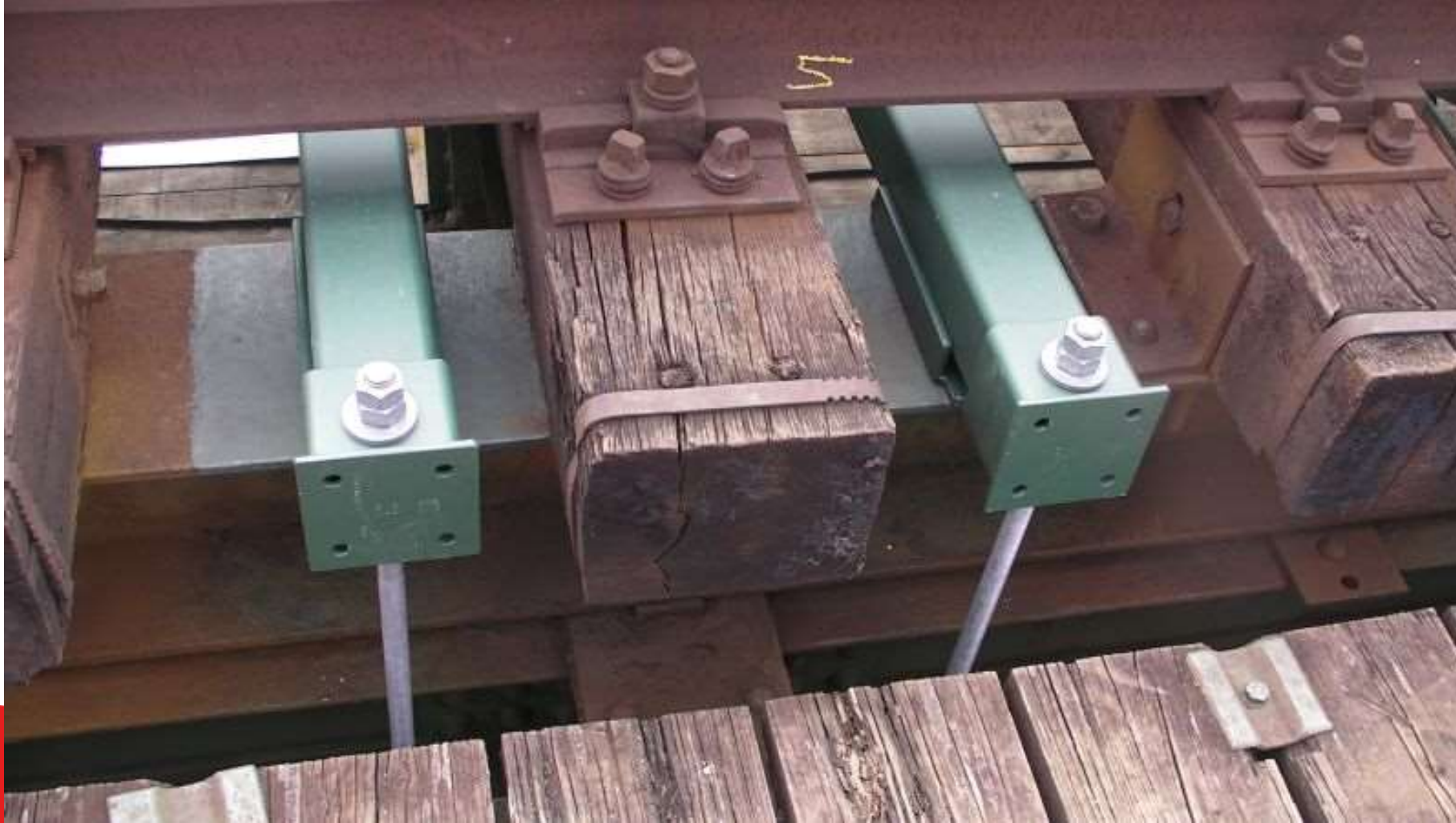
Montage der
Verspannung

Brücke
Ertüchtigungsmassnahme ohne
Eingriff in die Substanz



Fertige Verspannung

**Brücke
Ertüchtigungsmassnahme ohne
Eingriff in die Substanz**



Brücke
Ertüchtigungsmassnahme ohne
Eingriff in die Substanz

Prüfbericht:

**Bauliche Massnahmen zur Ertüchtigung der offenen Fahrbahn
– Kontrolle der statischen Berechnung und Bemessung der
Verankerung der Fahrbahnlängsträger gemäss Projekt der
Firma J.J.Brühl AG (Unterlagen vom 30.08.12)**

Auch diese
Massnahme wurde
durch einen
qualifizierten
Sachverständigen
geprüft.



Auftraggeber: Schweizerische Bundesbahnen SBB, Infrastruktur, Ingenieurbau und Umwelt,
Herr Jakob Riediker

Verfasser: Eugen Brühwiler, Prof. Dr. dipl. Bauing. ETH/SIA
Professor an der ETH Lausanne (EPFL)

Datum : 6. September 2012, Ergänzung vom 17. September 2012

ENAC FACULTE ENVIRONNEMENT NATUREL, ARCHITECTURAL ET CONSTRUIT

MCS MAINTENANCE
CONSTRUCTION
SÉCURITÉ
INSTITUT D'INGÉNIERIE CIVILE



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Prof. E.Brühwiler, Dr sc. techn., dipl. Bauing. ETH/SIA

Herrn



Abstimmungsgespräch
Rheinbrücke Waldshut - Koblenz am
04.03.2010 in Basel

DB ProjektBau GmbH
Regionalbereich Südwest
Regionales Projektmanagement
I.BV-SW-P(32)
Schwarzwaldstr. 82
rolf.burckhart@deutschebahn.com
76137 Karlsruhe

E 6594 F



DENKMALPFLEGE
IN BADEN - WÜRTTEMBERG

NACHRICHTENBLATT DES LANDESDENKMALAMTES

19. JAHRGANG
JULI - SEPT. 1990

viele
Beteiligte



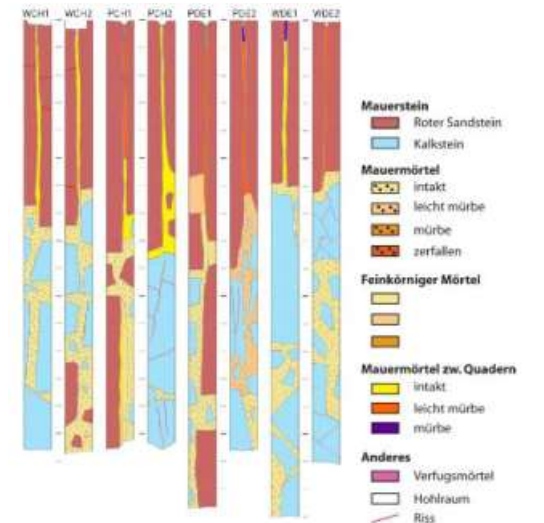
Die Brücke besteht nicht nur aus dem eisernen Oberbau

Rheinbrücke



Auch die Pfeiler
müssen überwacht
werden.

Aktuelle Bohrkern
für Zustandsbeurteilung



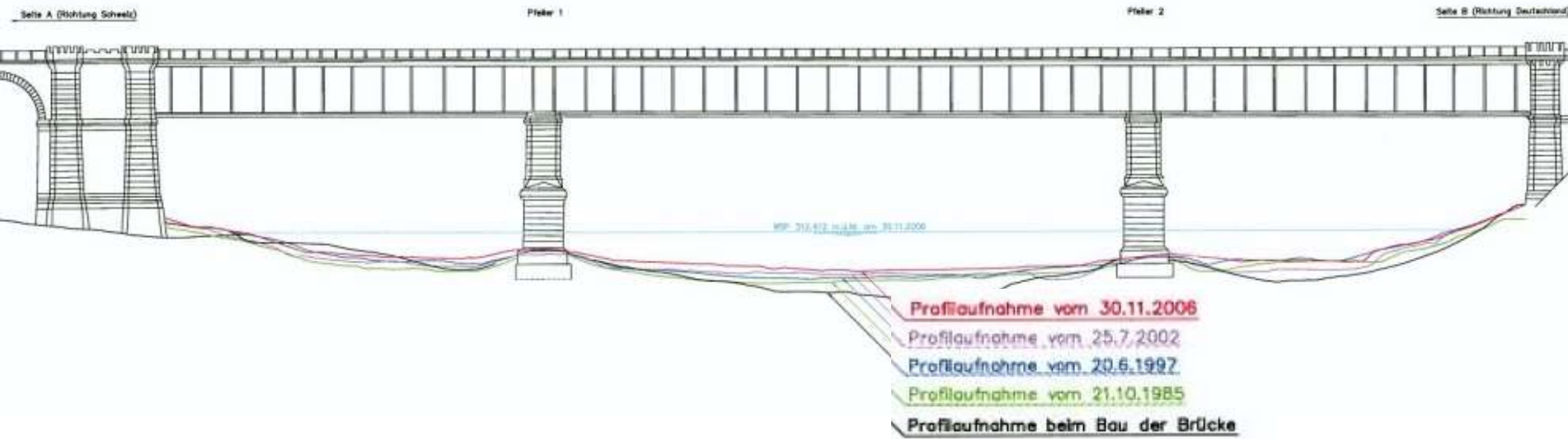
Pfeiler



Das sehr sauber gefugte Mauerwerk ist kaum ausgewaschen.

Profilaufnahmen zeigen tendenziell ein Auflanden des Rheins oberhalb der Aaremündung.

Es besteht daher keine Kolk-Gefahr
(kein Unterspülen der Pfeiler)



Pfeiler

Die Kontrolle durch
Taucher bestätigt den
stabilen Flussgrund



Pfeiler



Nach dem 1:1
Versuch gingen wir
daran das Geländer in
Stand zu setzen.

**Geländer von 1859
vor der Instandsetzung**



Als erstes wurde hinter jedem Pfosten ein zusätzlicher Pfosten gesetzt.

- a) Um das alte Geländer zu sichern
- b) Um mit einem Zusatzgeländer die Absturzsicherheit zu gewährleisten



Schattengeländer Verankerung



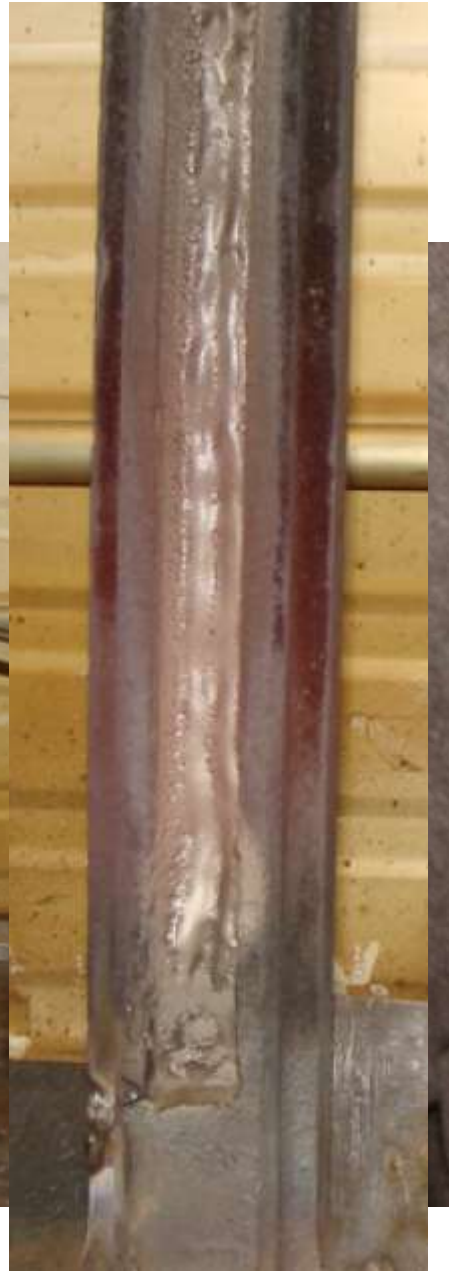
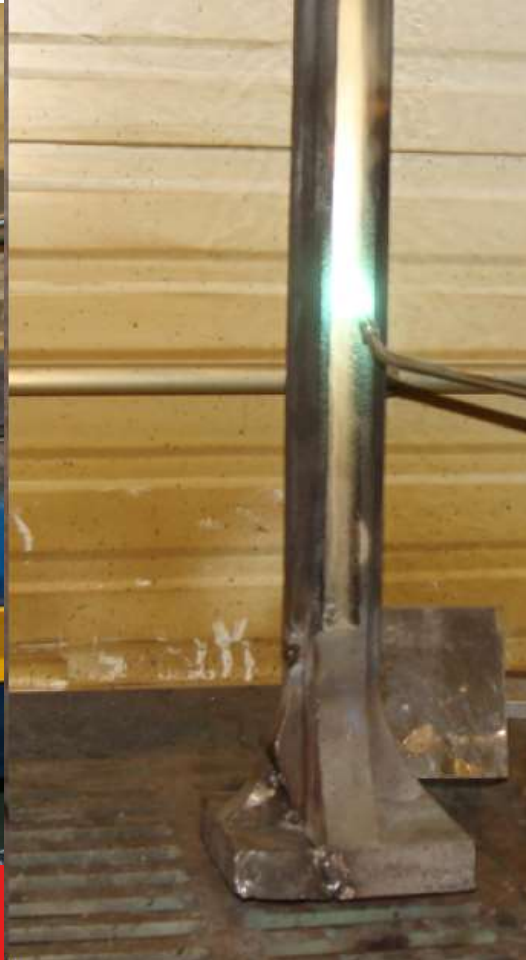
Ein minimalistisches Geländer aus rostfreiem Material, welches von unten kaum sichtbar ist.

Schattengeländer Verankerung



Die Erkenntnisse aus den Versuchen haben wir analysiert für die Instandsetzung des Geländers.

Von den 1:1 Versuchen stand ein Original-Pfosten für Versuche zur Verfügung



Gusseisen kann nicht geschweisst werden.

Es gibt jedoch das eutektische Schweißen, welches eine Form von Hartlöten ist.

Damit wurden erfolgreiche Versuche gemacht. Wie sich gezeigt hat ging es am stehenden Pfosten am besten.

Geländer von 1859



Mit einer Magnet-Bohrmaschine konnten die alten Schrauben schonend ausgebohrt werden.

Der Rost in den Fugen wurde mit einem Feinschleifer herausgefräst und dann die Ausfachungen ohne sie zu zerschneiden mit Stockwinden herausgehoben.

**Geländer von 1859
Instandsetzung 2015**



Die demontierten
Teile vor dem
Abtransport in's Werk

Geländer von 1859



Geländer von 1859



Die Pfosten mussten vor Ort behandelt werden.

Um das neue Geländer nicht zu beschädigen wurde es demontiert.

Wegen dem Sandstrahlen wurde eine Einhausung benötigt.



Der Deckstein aus Muschelkalk wurde beim Sandstrahlen durch eine Schablone geschützt.

Nachguss (Lehrwerkstatt Giesserei Emmenbrücke)



Als Ersatz für die am stärksten zerstörten Pfosten konnten wir in der Lehrlingswerkstatt der Giesserei Emmenbrücke ein paar Pfosten nachgiessen lassen.



Die Handläufe wurden sanft gestrahlt und geflickt.

Vor dem Aufbringen des neuen Korrosionsschutzes wurde dann nochmals gestrahlt.



Dabei wurde leider nicht von Hand gestrahlt, was zur Folge hatte, dass die Zunderschicht entfernt wurde und Graphitlunkern vom Guss freigelegt wurden.

Dies musste später nochmals geflickt werden.



Die «Werkstatt» bei der Endmontage. Der Gerüstboden hatte die passende Höhe, damit die Pfosten auf einer Arbeitshöhe bearbeitet werden konnten.

Auf beiden Seiten des Gleises war eine solche Einhausung.



Die Endmontage mit technischen Details.

Es wurden weiche Unterlags-Platten und Unterlagsscheiben aus Blei verwendet um dauerhaft den Korrosionsschutz nicht zu verletzen.

Die Schrauben wurden als Sonderanfertigung in einer Kleinserie angefertigt, weil die Pfosten nicht weiter ausgebohrt werden konnten.



Zwischenplättli aus Blei

Darunter eine Einfassung der
Ausfachung auch aus Blei



Das fertige Geländer inkl. Pfosten des Schattengeländers nach Entfernen der Einhausung.



Kabelbinder als
provisorische
Sicherung



Aufgrund der engen Terminplanung musste die Reparatur der Handläufe im Folgejahr gemacht werden.



Vergleich

Vor der Instandsetzung

Geländer von 1859



Vergleich

Nach der Instandsetzung

Geländer von 1859



Das Schattengeländer,
welches von oben gut
sichtbar ist,

Geländer von 1859



... fällt von unten kaum auf.

Unterhaltsplan

Geländer Vorlandbrücke Koblenz,
Linie 702, km 42.633



Es wurde ein
detailliertes Manual
für den Unterhalt des
Geländers verfasst.

Vorhandene
Reserveteile sind bei
der Denkmalpflege
der SBB eingelagert.

Geländer von 1859

Unterhaltsplan für das Bauwerk
26. Februar 2016

Nächste Schritte:

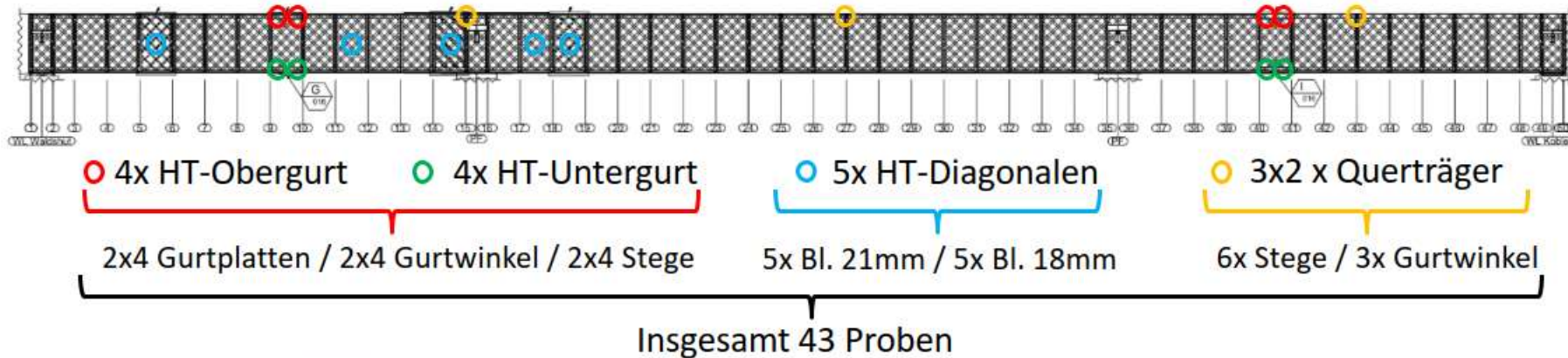
In Zusammenarbeit DB&SBB werden an der Brücke in den Jahren 2023 und 2024 Unterhaltmassnahmen vorgenommen.

Dazu wird die Brücke im Sommer 2023 für 7 Monate gesperrt.

Nachrechnung des Bauwerks – Materialuntersuchungen

Stahl des Überbaus (Entnahme: J.J. Brühl, Koblenz / Labor: IWT, Aachen)

Insgesamt 19 Bohrkerne ($\varnothing 70\text{mm}$) entnommen



Die Nachrechnungen haben gezeigt, dass die Haupt-Träger noch ein paar Jahrzehnte halten.



Anbringen Laschen

Entnahme Bohrkern

Dokumentation

Korrosionsschutz



Die bestehenden
165 Jahre alten
Rollenlager rollen
nicht mehr.

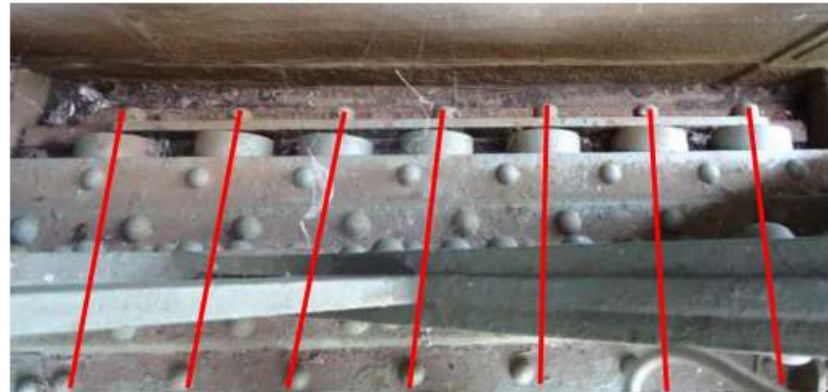
Mit guter Schmierung
rutscht der Träger
noch auf den Rollen.

Schäden an den Bauwerkslagern

1. „Eingraben“ der Rollenlager



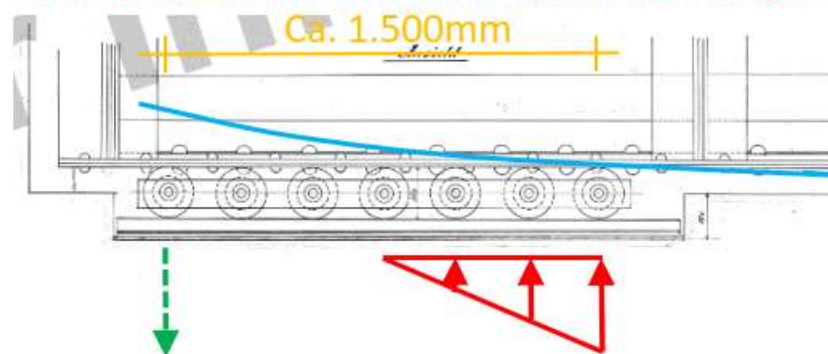
2. Schiefstellung der Rollen



3. Risse am Festlager



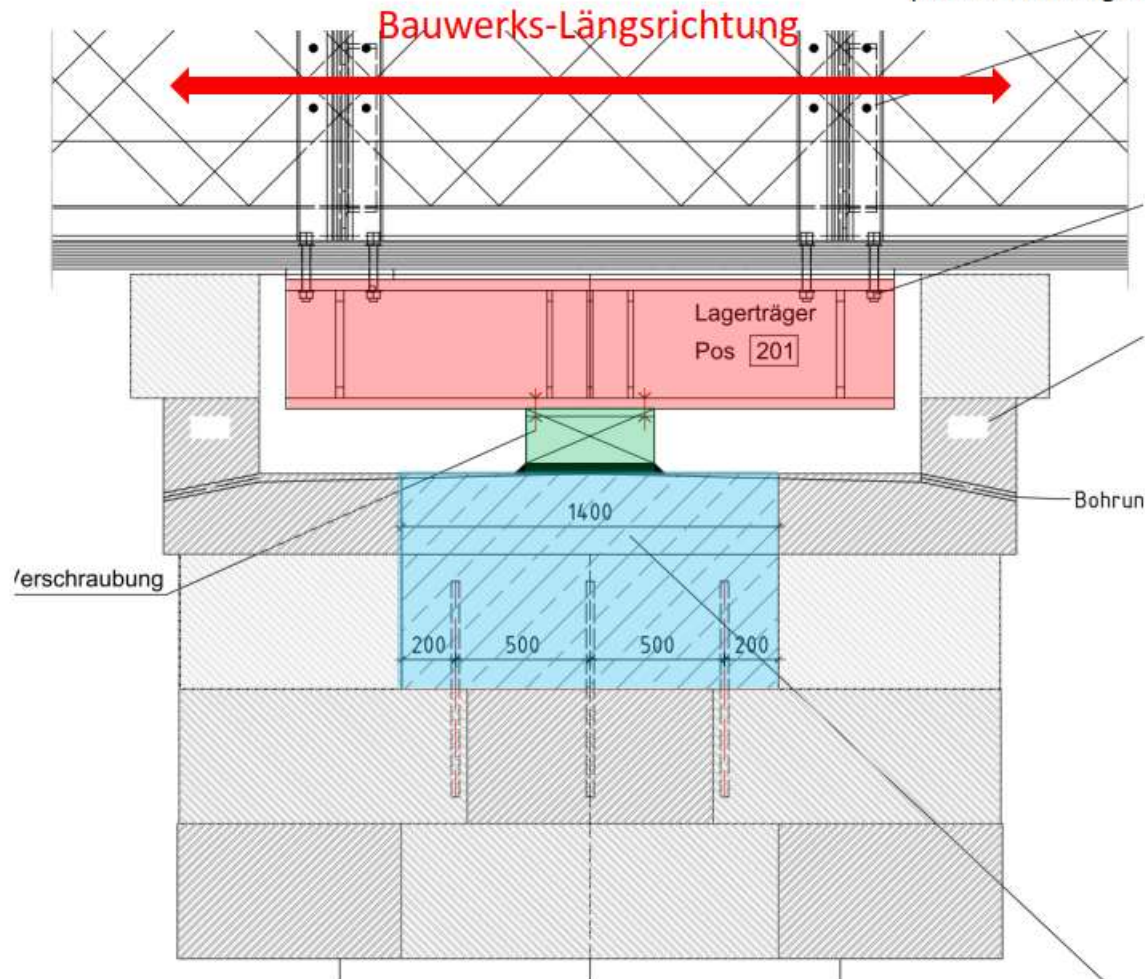
4. Unbestimmte Lasteinleitung am Rollenlager



Darstellung der Schäden an den alten Rollenlagern

Instandsetzung des Bauwerks – Austausch der Lager

(aktueller Planungsstand)



Beispiel Pfeiler:

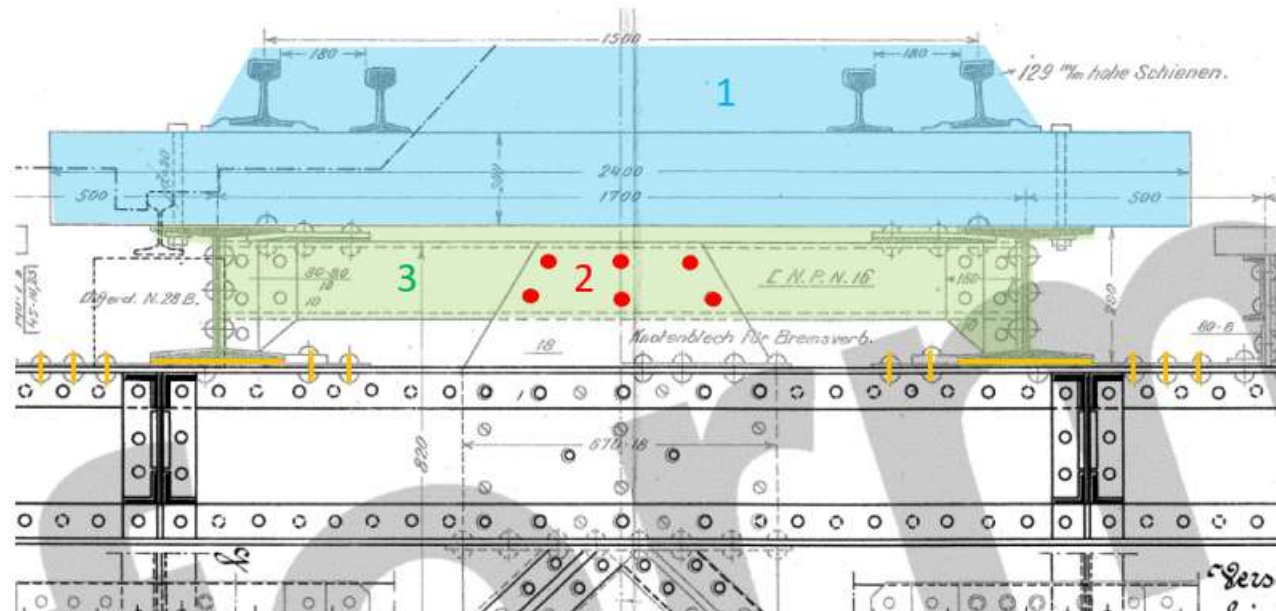
- Geschweißter Lagerträger
- I-Profil aus S460
- am Überbau in vorhandenen Nietlöcher verschraubt
- Kalottenlager gemäß EN 1337-4
- Verschraubt mit Lagerträger
- Integrierte Lagersockel C35/45
- Verschraubt mit Lagerträger
- Verankert im Pfeilerkopf
- Trennschicht zwischen Mauerwerk und Beton „EPORIP“

Darstellung der neuen Kalottenlager, welche eine saubere Lasteinleitung in die Struktur des Hauptträgers ermöglichen.

Instandsetzung des Bauwerks – Austausch der Fahrbahn

(aktueller Planungsstand)

Demontage der alten Fahrbahn:



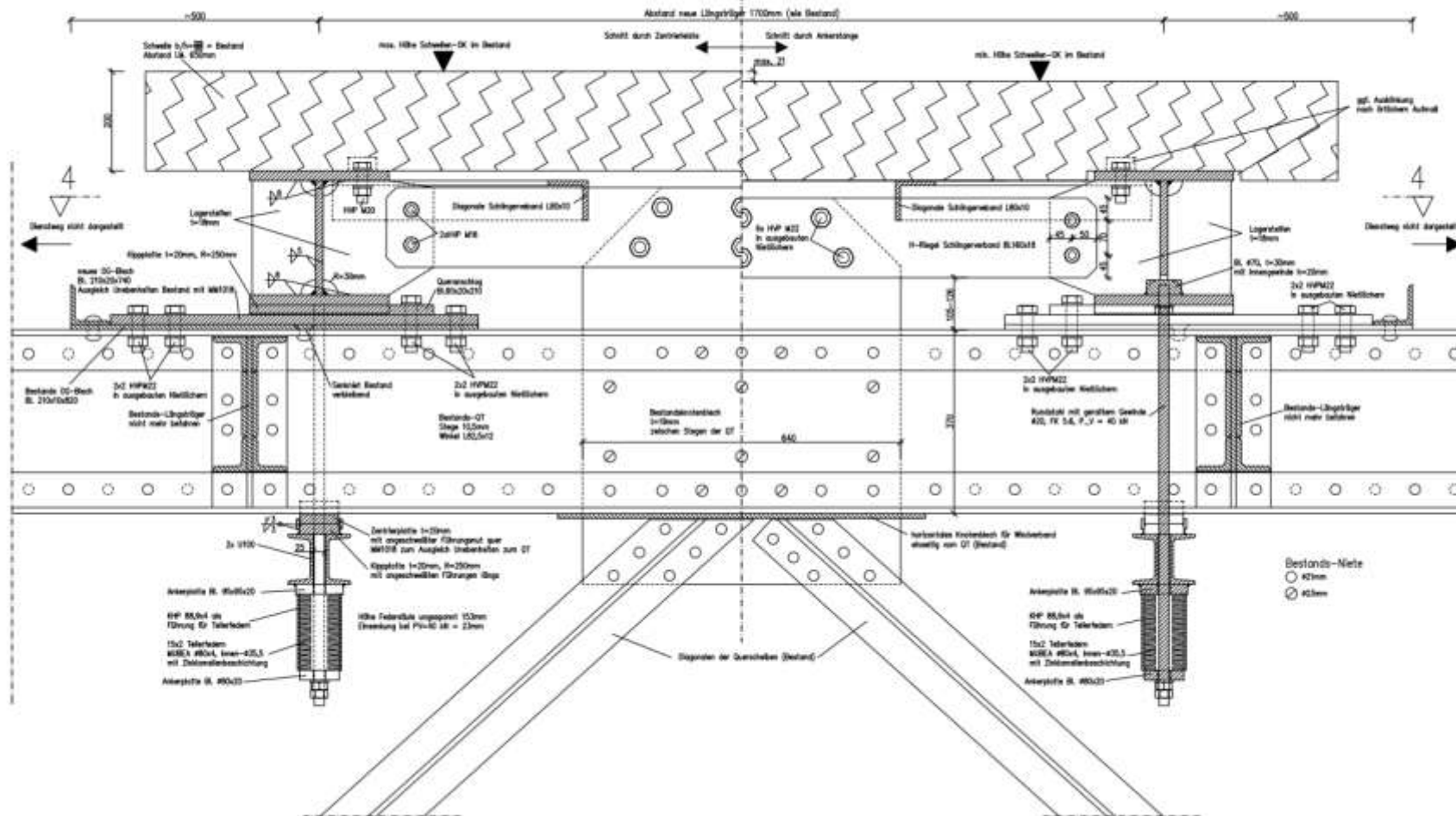
Zuerst wird das Gleis entfernt.

Danach muss der defekte Fahrbahnträger entfernt werden.

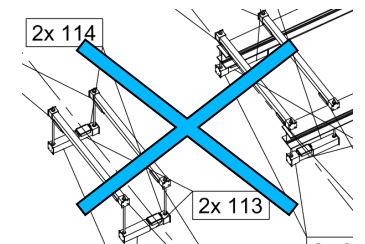
1. Demontage alter Oberbau
2. Lösen Nietverbindung zwischen Querträgern und Schlingerverband
3. Aushub der alten Längsträger & Schlingerverbände in Segmenten
4. Entfernen Zentrierleisten und Nietverbindungen am Querträger-Obergurt

Bauwerksquerschnitt 2-2

Bauwerksquerschnitt 3-3



Der neue
 Fahrbahnträger erhält
 eine integrierte
 Verspannung um das
 jeweilige abheben auf
 den Querträgern zu
 verhindern.
 Damit wird die
 externe Verspannung
 nicht mehr benötigt.



Instandsetzung des Bauwerks – Erneuerung Korrosionsschutz

(aktueller Planungsstand)

Gemäß Korrosionsschutzgutachten IKS, Dresden:

- 1978: Vollerneuerung mit Druckluftstrahlen und Aufbringen 4-lagiger Bleimennige / Bitumen-Kombination
- 1991: Teilerneuerung mit Handentrostung, Spaltversiegelung und Aufbringen Deckbeschichtung

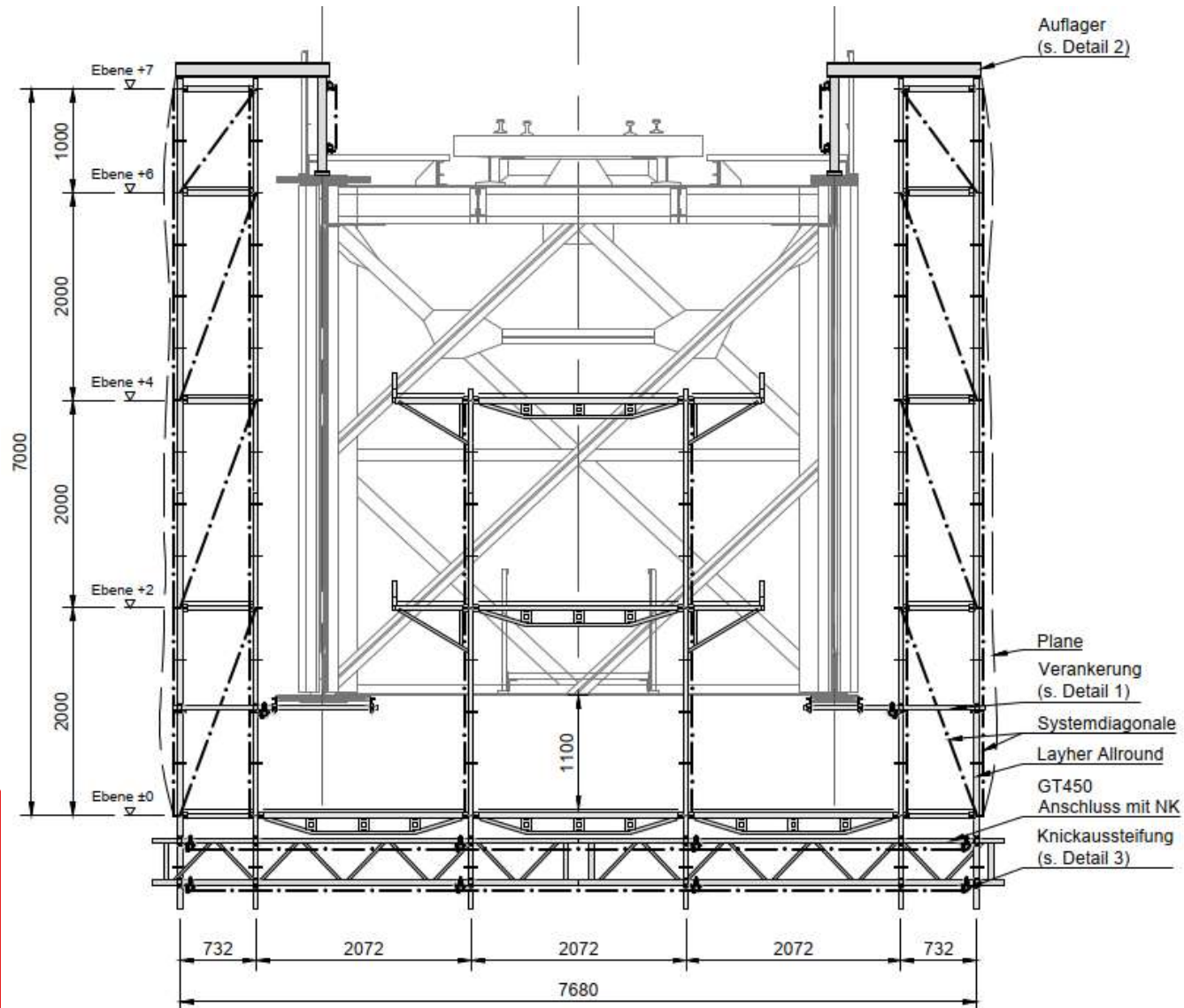
➔ 5-schichtiger Aufbau vorhanden

Momentan größere Korrosionsschutzschäden an horizontalen Flächen und Knotenpunkten



Auch wenn der Anstrich von weitem noch recht gut aussieht muss der Korrosionsschutz vollständig erneuert werden.

**➔ Vollerneuerung nach Blatt 87/94 mit Vorbereitung durch Druckluftstrahlen SA 2,5 empfohlen
Vollerneuerung aller Spaltversiegelungen**



Dafür wird eine vollständige Einhausung (Klasse1) benötigt, um die Umwelt zu schützen.

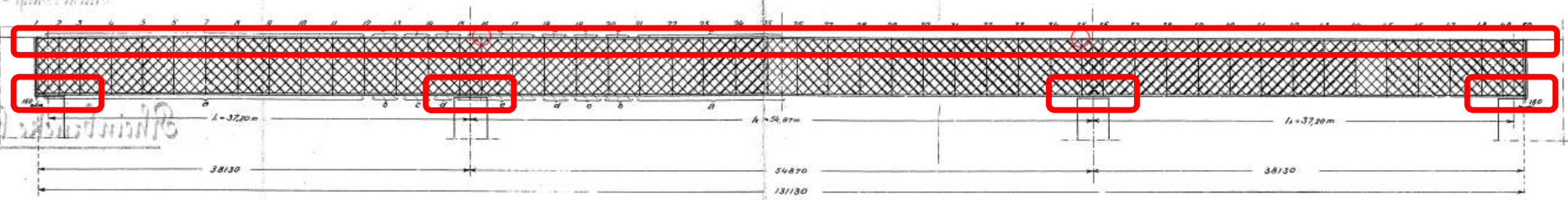
Da dieses Schutzzelt ein riesiges Segel darstellt, muss es in mehreren Etappen gemacht werden.

Bahnlinie Waldshut - Turgi.

Rheinbrücke bei Coblenz.

Gr. Bauinspektion Waldshut.
Blatt 3.

Trägerschema.
Ansicht 1:200.



Arbeiten 2023 für welche eine Totalsperrung benötigt wird:
Lager, Fahrbahnträger und der dazugehörige Korrosionsschutz.

Bei den übrigen Teilen wird 2024 ohne Streckensperrung der Korrosionsschutz erneuert.

Dank

Denkmalpflege Aargau und SBB
MOWEB, mobile Werkstatt Bärtschi
Messer-Castolin, Industriepartner
Marco Rossi, Projekt und Bauleitung Geländer
PSP Ingenieure Dortmund
und alle Beteiligten DB und SBB

Schluss



Besten Dank für Ihr Interesse

Jakob Riediker

Zürich 23.-25.06.2022